

IDENTIFIKASI FAKTOR KRITIS KESUKSESAN *CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT* PADA PROYEK KONSTRUKSI DI SURABAYA

Jonathan Christian Regata Tandjung¹ dan Andi²

¹ Mahasiswa Program Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya

² Dosen Program Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya

¹ b21230001@john.petra.ac.id ² andi@petra.ac.id

ABSTRAK: Industri konstruksi merupakan industri yang berdampak terhadap pertumbuhan ekonomi sebuah negara, namun industri ini menyumbang *waste* cukup besar. Dalam mengurangi *waste* tersebut, muncullah metode manajemen yang dapat mengurangi produksi *waste* yang di sebut *construction waste management (CWM)*. Penelitian ini ingin mencari faktor kritis kesuksesan dan tingkat pelaksanaan *CWM* di Surabaya. Pengambilan data dilakukan dengan *interview* terstruktur mengenai tingkat kritis dan pelaksanaan faktor kesuksesan *CWM* di Surabaya oleh lima responden yang bergerak di kontraktor dan pengawasan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa hampir keseluruhan faktor dianggap kritis oleh responden. Faktor dari tenaga kerja, kebijakan, dan strategi merupakan faktor yang perlu diperhatikan lebih. Alasannya adalah diperlukan tenaga kerja yang kompeten dan budaya peduli *waste* dalam perusahaan. Sayangnya pelaksanaan dari faktor-faktor menunjukkan hasil yang kurang baik. Pada pelaksanaan kontraktor merasa banyak faktor yang tidak bisa dilakukan karena adanya keterbatasan dengan teknologi, pengetahuan, dan regulasi yang tidak tegas untuk menjalankan faktor-faktor tersebut dengan baik.

Kata Kunci: faktor kritis kesuksesan, tingkat pelaksanaan, *construction waste management*

ABSTRACT: *The construction industry plays a significant role in a country's economic growth, but is also a major contributor to waste. To address this issue, a management method called construction waste management (CWM) has been developed to reduce waste production. This study aims to identify critical success factors and the implementation level of CWM in Surabaya. Data were collected through structured interviews with five respondents from contractors and a construction management company, focusing on the criticality and implementation of CWM success factors. The findings reveal that most factors are considered critical by respondents, with workforce, policies, and strategies being the most important. These factors require competent workers and a company culture that prioritizes waste management. Unfortunately, implementation shows suboptimal results. Respondents noted that many factors cannot be effectively executed due to limitations in technology, knowledge, and the lack of strict regulations to support proper implementation.*

Keywords: *critical success factors, level of implementation, construction waste management, waste*

1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi merupakan industri yang berperan penting dalam kehidupan manusia yang semakin maju. Data menunjukkan bahwa industri konstruksi menyumbang sekitar 3-10%

pendapatan domestik bruto dari sebuah negara (Hampson et al., 2014). Hal ini juga berlaku di Indonesia yang sedang memerlukan industri ini untuk menyediakan infrastruktur yang berfungsi sebagai penunjang kebutuhan dari masyarakat (Elizar et al., 2017). Namun sayangnya industri ini merupakan penyumbang *waste* yang cukup besar, dimana, industri konstruksi dapat menyumbang peningkatan sebesar 30-40% dari produksi *waste* secara keseluruhan (Ismam et al., 2014).

Waste memiliki arti sebagai produk yang tidak memiliki nilai bagi pelanggan (Hirota, 1999). Sehingga dengan pengertian ini *waste* memiliki banyak dampak negatif apabila dibiarkan. Menurut Nagapan et al. (2012) serta Yahya dan Boussabaine (2006), beberapa dampak dapat dirasakan dengan adanya *waste* cukup beragam, mulai dari segi lingkungan hingga aspek sosial dan ekonomi seperti biaya, waktu, dan produktivitas. Apabila melihat dari segi lingkungan, *waste* dapat terbentuk dari sisa material yang memiliki potensi untuk berdampak berupa polusi seperti contohnya produksi gas sulfat yang terbentuk akibat dari proses konstruksi dan atau penghancuran dinding *gypsum* yang berdampak negatif bagi lingkungan (Jang & Townsend, 2001). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, terdapat sistem manajemen yang dianggap ampuh untuk mengatasi permasalahan *waste* sebesar 80 hingga 90 persen yang disebut sebagai *waste management* (Ismaeel & Kassim, 2023). Tapi dengan adanya sistem ini tidak menjamin bahwa kontraktor dapat 100% menerapkannya dengan baik.

Melihat permasalahan tersebut, studi ini ingin melakukan penelitian sederhana untuk mencari faktor kritis yang menyukkseskan penerapan *construction waste management* dan melihat bagaimana tingkat pelaksanaan dari faktor-faktor kesuksesan tersebut. Hal ini dapat diwujudkan dengan melakukan identifikasi faktor sukses untuk mencari faktor apa yang bisa dianggap kritis untuk diperhatikan lebih oleh kontraktor. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan bisa menjadi referensi untuk para kontraktor mengenai persiapan dalam penerapan *construction waste management*. Penelitian ini juga dapat memberikan wawasan lebih mengenai kondisi yang sekarang ini dihadapi oleh para kontraktor dalam penerapan *construction waste management* sehingga diharapkan dengan wawasan tersebut, sektor industri konstruksi dapat memperbaiki dan mengembangkan lebih lanjut mengenai *construction waste management*.

2. LANDASAN TEORI

2.1. *Waste*

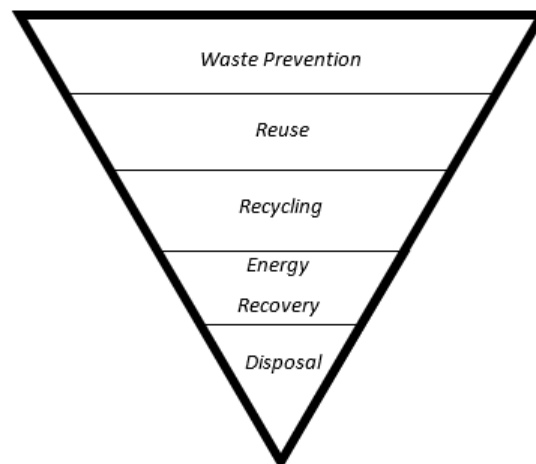
Waste dalam pengertian sederhananya dapat diartikan sebagai material sisa dari sebuah produksi yang didapat digunakan kembali. Namun seiring perkembangan teori, *waste* juga dapat diartikan sebagai eksekusi pekerjaan yang tidak memiliki arti (Hirota, 1999). Sehingga dengan pengertian tersebut, *waste* dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu *physical waste* dan *non-physical waste* (Nagapan et al., 2012). Pengelompokan berdasarkan jenis dari *waste* tersebut. *Waste* yang tergolong sebagai *physical* merupakan *waste* yang berwujud seperti sisa material atau polusi sedangkan *non-physical waste* merupakan jenis *waste* yang bersifat sebagai proses dalam pengerjaan yang tidak memiliki nilai.

Sumber dari *physical waste* dapat dilihat berdasarkan tahapan dari sebuah proyek di mana dapat dibedakan menjadi tiga tahapan yaitu proses konstruksi, pemeliharaan, dan penghancuran. Menurut Su et al. (2012) pada tiga aktivitas ini yang paling jarang terjadi

adalah proses dari pemeliharaan kecuali proyek yang dilakukan adalah proyek renovasi maka kejadian munculnya *waste* ini jarang terjadi. Selain dari proses, sumber dari *physcal waste* dapat dilihat berdasarkan jenis proyek yang sedang dikerjakan. Hal ini juga diperjelas oleh Wu et al. (2014) yang menyatakan bahwa sumber dari *waste* dapat dilihat dari jenis proyek yang dikerjakan karena memiliki perbedaan dari segi jumlah dan karakteristik *waste* yang diproduksi.

2. 2. Construction Waste Management

Penyebab munculnya konsep *construction waste management* berasal dari adanya konsep *waste hierarchy* (Jamaludin et al., 2017). Hal ini juga diperjelas dengan penelitian yang dilakukan di China yang menjelaskan bahwa dasar dari *construction waste management* berakar dari konsep *waste hierarchy* yang lebih jelas diambil dari konsep 3R atau *reduce, reuse, recycle* (Lu & Yuan, 2010). *Waste hierarchy* diciptakan untuk mengurangi dampak lingkungan, sehingga *waste hierarchy* sangat baik untuk digunakan sebagai patokan dalam penerapan *waste management* (Aibar-Guzmán et al., 2023). *Waste hierarchy* terbagi menjadi lima prinsip yang dapat digunakan dalam penerapannya yang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut yang dikutip dari penelitian Lazarevic et al. (2010).



Gambar 1 *Waste hierarchy*

Dalam pelaksanaan dari setiap proyek, manajemen *waste* tidak dapat disama ratakan untuk penerapannya. Menurut Napier (2016), praktik dari *construction waste management* tergantung dengan lokasi proyek yang dikerjakan, namun secara umum terdapat tujuh manajemen yang dapat dilakukan yaitu: sortir lokasi, persiapan alat pengumpulan dan pengangkutan, penyediaan fasilitas, peralatan yang memadai, sortir dalam pengolahan material, pemilahan *waste*, dan pemisahan serta pembuangan. Yang mana menurut Price dan Joseph (2000), pembuangan harus dijadikan opsi terakhir yang dilaksanakan untuk memaksimalkan *waste management*.

2. 3. Faktor Sukses Construction Waste Management

Dengan adanya upaya penanganan *construction waste* tersebut, tidak menjamin bahwa pada kenyataannya *construction waste management (CWM)* dapat dilaksanakan dengan baik pada setiap proyek konstruksi. Studi literatur dilakukan untuk mencari faktor sukses penerapan *construction waste management*. Kesuksesan dari *construction waste management* dapat diukur dengan perwujudan konsep *zero-waste* pada proyek konstruksi yang merupakan sebuah tantangan yang cukup sulit namun tetap dapat terlaksanakan (Min et al., 2023).

Menurut Min et al. (2023) faktor kesuksesan dapat di kelompokkan menjadi tujuh kelompok yaitu: kelompok manajemen dan kepemimpinan, tenaga kerja, kebijakan dan strategi, material, peralatan, metode konstruksi, dan dokumentasi.

Kategori pertama yang dapat dimasukkan adalah sistem manajemen dan kepemimpinan dalam proyek yang dikerjakan oleh kontraktor. Menurut Ajayi et al. (2017), sistem manajemen *waste* yang baik, dengan keterlibatan semua pihak terkait, mampu mengurangi *waste* secara lebih efisien. Pengelompokan faktor ini berfokus pada pengaturan manajemen *waste*, yang memerlukan hierarki kepemimpinan yang kuat untuk mendukung sistem manajemen tersebut. Sejalan dengan itu, Min et al. (2023) menekankan bahwa peningkatan manajemen dan kepemimpinan sangat penting untuk memastikan pelaksanaan *CWM* berjalan dengan efektif.

Kategori tenaga kerja sangat terkait dengan sifat industri konstruksi, di mana tenaga kerja merupakan salah satu elemen terpenting yang berkontribusi dalam pelaksanaan proyek. Penelitian di Australia oleh Newaz et al. (2022) menunjukkan bahwa tenaga kerja merupakan faktor kunci dalam keberhasilan *CWM*. Hal ini dapat diwujudkan melalui peningkatan pengetahuan dan pemahaman tenaga kerja terhadap prinsip-prinsip *waste management* yang diterapkan dalam proyek konstruksi.

Untuk mencapai manajemen yang efektif, diperlukan kebijakan yang mengikat agar pelaksanaannya dapat berjalan dengan baik. Kebijakan yang terkait dengan keuangan menjadi salah satu faktor prioritas yang dapat digunakan sebagai dasar strategi dalam menjalankan *waste management* (Bakshan et al., 2017). Kebijakan ini juga mencerminkan komitmen kontraktor dalam mengelola *waste* secara serius. Dalam kebijakan tersebut, terkandung strategi yang dirancang untuk memastikan keberhasilan pelaksanaan manajemen *waste* dalam proyek konstruksi.

Material yang berkualitas merupakan salah satu faktor penting dalam mengurangi produksi *waste* selama proses konstruksi. Penggunaan material yang sesuai kebutuhan, tidak berlebih atau kurang dapat membantu menekan jumlah *waste* yang mungkin timbul. Selain itu, proses pengiriman material juga harus diperhatikan untuk memastikan bahan baku tiba dengan baik di lokasi proyek dan dapat dimanfaatkan secara optimal. Standar kualitas material yang diterapkan juga berperan signifikan dalam mencegah terjadinya *waste* selama pelaksanaan konstruksi (Daoud et al., 2021).

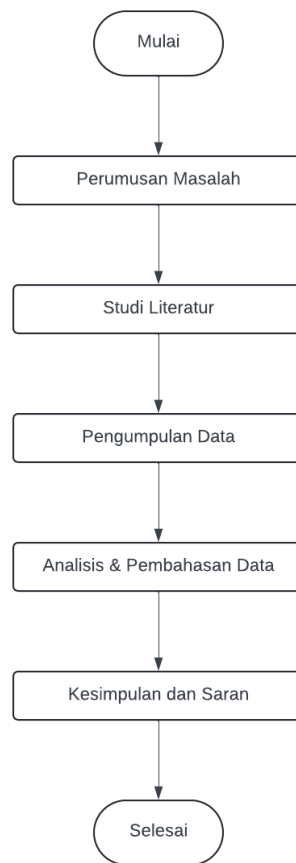
Penggunaan alat yang efektif merupakan kelompok faktor dalam mendukung keberhasilan *CWM* pada proyek konstruksi. Alat yang digunakan sebaiknya memanfaatkan teknologi terbaru untuk memaksimalkan efisiensi proses kerja. Selain itu, penggunaan alat juga harus sesuai dengan kebutuhan proyek, sehingga dapat mengurangi risiko pemborosan sumber daya yang berpotensi menghasilkan *waste* (Wu et al., 2017).

Penggunaan metode pelaksanaan yang tepat menjadi kunci keberhasilan dalam penerapan *CWM*. Contohnya, metode fabrikasi *precast* lebih efektif dalam mengurangi *waste* dibandingkan metode konvensional. Pendekatan konstruksi yang lebih modern mampu meminimalkan dampak produksi *waste* pada proyek. Selain itu, pelaksanaan *waste management*, seperti penyediaan tempat sampah khusus dan pemilahan sampah, juga berperan penting dalam mendukung kesuksesan *CWM* (Ganiyu et al., 2020). Persiapan dan perencanaan penempatan material serta pengaturan pengiriman dari tempat penyimpanan ke lokasi kerja juga menjadi faktor penting yang membantu penerapan *waste management* secara optimal (Bao & Lu, 2020).

Penggunaan dokumen yang jelas merupakan salah satu kelompok faktor dalam mendukung keberhasilan penerapan *CWM*. Kontrol dokumen yang baik membantu memastikan pelaksanaan *waste management* berjalan secara optimal (Udawatta et al., 2015). Selain itu, pengurangan *change order* juga terbukti efektif dalam menekan produksi *waste* selama proyek berlangsung (Ajayi et al., 2015). Sertifikasi perusahaan, seperti ISO dan GREEN, turut menjadi faktor pendukung yang menunjukkan kemampuan perusahaan dalam menangani *waste management* secara profesional (Andersson & Buser, 2022)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Setelah melakukan studi literatur, maka dibuat kerangka penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Kerangka penelitian

Pengumpulan data menggunakan metode wawancara terstruktur di mana responden yang telah bersedia. Lembar pertanyaan yang memiliki format kuesioner digunakan sebagai alat untuk melakukan wawancara tersebut. Lembar pertanyaan akan terbagi menjadi dua bagian, yaitu: bagian pertama yang berisi informasi dari para responden, dan bagian kedua yang berisi mengenai identifikasi tingkat kritis dan tingkat pelaksanaan faktor-faktor kesuksesan *construction waste management*. Dalam pembuatan bagian kedua dari kuesioner ini, skala penilaian yang digunakan adalah skala *Likert* di mana penggunaan skala ini telah digunakan di beberapa penelitian terdahulu seperti yang dilakukan oleh Saptarini dan Andi (2003), Shen dan Liu (2003), Lu et al. (2008), serta Lu dan Yuan (2010). Skala yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu tingkat kritis dan tingkat pelaksanaan dengan nilai 1

hingga 5 yang menunjukkan nilai 1 sebagai sangat tidak penting untuk tingkat kritis dan tidak pernah dilakukan untuk tingkat pelaksanaan, serta nilai 5 sebagai sangat penting untuk tingkat kritis dan selalu dilakukan untuk tingkat pelaksanaan.

Data yang didapatkan dari responden akan di analisis dan dibahas menggunakan teknik *critical success factor*. Di mana dari hasil setiap responden, akan dilihat faktor apa saja yang memiliki nilai kritis di mata para responden yang sudah profesional dalam bidangnya. Penilaian faktor kritis dapat dilihat dari jawaban responden mengenai skala tingkat kritis dari setiap faktor yang memiliki nilai 4 (penting) dan 5 (sangat penting). Analisis akan dilanjutkan dengan mencari tahu tingkat pelaksanaan dari faktor-faktor yang telah dikumpulkan. Jawaban dari responden dapat dilihat dari skala penilaian yang diberikan oleh responden mengenai tingkat pelaksanaannya. Bila mana nilai memiliki angka 4 (Sering dilakukan) dan 5 (Selalu dilakukan), maka pelaksanaan dari faktor tersebut terbilang baik. Diskusi akan dilakukan dengan para responden untuk mencari tahu bagaimana tingkat kritis dan tingkat pelaksanaan dari faktor-faktor tersebut.

4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4. 1. Data Umum Responden

Pada bagian 1 dari alat kuesioner penelitian ini akan diambil data umum dari responden yang mengisi kuesioner ini. Data tersebut terdiri dari nama responden, jabatan responden bekerja, lama responden bekerja dibidang konstruksi, nama perusahaan tempat responden bekerja, alamat perusahaan responden dan proyek yang sedang ditangani oleh responden. Pada penelitian ini beberapa responden telah dipilih dan bersedia untuk melakukan pengisian kuesioner dan berdiskusi. Untuk menggambarkan situasi pemanfaatan dari CWM di Surabaya dengan baik, dilakukan pemilihan responden dengan melihat perusahaan konstruksi yang cukup besar di Surabaya. Responden yang bersedia untuk mengisi terdiri dari tiga responden yang bekerja di kontraktor (K) dan 2 responden yang bekerja di manajemen konstruksi (MK).

Dari hasil kuesioner didapatkan juga bahwa responden yang mengisi memiliki pengalaman kerja lebih dari 10 tahun bekerja, dengan pengalaman proyek cukup bervariasi mulai dari pembangunan gedung bertingkat seperti perkantoran, hingga pembangunan infrastruktur bangunan air. Integritas dari jawaban responden juga dapat dilihat dari jabatan responden yang menunjukkan bahwa responden memiliki jabatan dengan kewajiban yang cukup berat dalam pelaksanaan konstruksi. Jabatan responden yang dipilih adalah 1 direktur sebuah perusahaan kontraktor, 2 *construction manager*, 1 *site manager*, dan 1 *deputy project manager*.

4. 2. Faktor Kritis Kesuksesan Construction Waste Management

Pertanyaan yang digunakan dalam penelitian ini akan mengacu pada 55 faktor yang telah dikumpulkan dan dikategorikan ke dalam tujuh bagan. Secara garis besar selama pelaksanaan diskusi, pertanyaan akan dipersiapkan dan disusun untuk ditanyakan kepada responden ketika proses wawancara. Untuk menggambarkan proses pertanyaan ketika wawancara dilakukan, struktur dari pertanyaan dapat dilihat pada Tabel 1 Untuk mendapatkan jawaban meyakinkan dari responden, hasil dari responden akan dilihat dan dicermati, kemudian apabila ada bagian yang tidak sesuai atau berbeda dengan teori yang telah di jabarkan pada studi literatur. Detail dari 55 faktor dapat dilihat pada Tabel 2 hingga Tabel 8 sesuai dengan pengelompokan kategori.

Tabel 1 Contoh struktur pertanyaan untuk faktor manajemen dan kepemimpinan yang disampaikan kepada responden

Faktor	Pertanyaan
Faktor 6	Bagaimana pendapat bapak mengenai pelaksanaan dari koordinasi yang menurut bapak masih kurang baik walaupun faktor tersebut bapak anggap kritis?
Faktor 9	Mengenai tindakan <i>reuse</i> mengapa menurut pendapat bapak tidak sekritis seperti tindakan <i>reduce</i> ?
Faktor 14	Mengapa dukungan dari klien tidak dianggap sebagai faktor kritis yang perlu diperhatikan oleh kontraktor, mengingat klien juga memegang kendali sebuah proyek berupa dana? Bagaimana pendapat bapak mengenai pelaksanaan dari dukungan klien tersebut?

Hasil dari penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel yang berwarna, untuk menunjukkan tingkat kritis dan kondisi dari pelaksanaan faktor dalam proyek yang dijalankan oleh para responden. Warna dalam tabel akan terbagi menjadi 3 bagian yaitu hijau yang menunjukkan penting dalam tingkat kritis dan baik dalam tingkat pelaksanaan, kuning yang menunjukkan netral dalam tingkat kritis dan kurang baik dalam tingkat pelaksanaan, dan merah yang menunjukkan tidak penting dalam tingkat kritis dan tidak baik dalam tingkat pelaksanaan.

4.2.1. Faktor Manajemen dan Kepemimpinan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor manajemen dan kepemimpinan merupakan elemen penting dalam keberhasilan *CWM*. Faktor ini mencakup sistem manajemen yang diterapkan oleh kontraktor serta komunikasi dengan pihak lain yang terlibat dalam proyek. Kendala utama yang dihadapi adalah kurangnya keterlibatan dan koordinasi yang efektif dengan pihak luar proyek. Responden menilai bahwa aspek ini perlu ditingkatkan untuk mendukung pelaksanaan *CWM* yang lebih baik. Secara keseluruhan, faktor manajemen dan kepemimpinan memegang peran krusial dalam memastikan implementasi *CWM* berjalan optimal. Hasil pendapat responden dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Faktor manajemen dianggap penting untuk mendukung keberhasilan *CWM* karena memerlukan sistem yang baik untuk mengatur pelaksanaan, terutama dalam menghadapi sikap acuh pekerja terhadap pengurangan waste. Manajemen yang efektif mencakup perencanaan hingga pengawasan, mulai dari pengaturan *site layout* hingga pelaksanaan *CWM* secara langsung. Peran pemimpin juga dinilai krusial dalam memotivasi pekerja untuk lebih peduli terhadap pengelolaan waste. Penelitian yang dilakukan oleh Newaz et al. (2022) mendukung hal ini, dengan menekankan pentingnya manajemen lokasi, pengawasan material, dan peran pemimpin dalam keberhasilan *CWM*.

Pelaksanaan *waste hierarchy* dalam manajemen kontraktor, menurut responden, hanya dapat dilakukan sepenuhnya pada prinsip *reduce* dan *disposal*. Prinsip *reduce* dianggap optimal karena kontraktor dapat mengurangi *construction waste* melalui perencanaan dan pengawasan penggunaan material tanpa campur tangan pihak lain. Sementara itu, jika material sudah menjadi waste, langkah yang paling memungkinkan adalah *disposal*. Prinsip lain, seperti *reuse* dan *recycle*, menghadapi kendala, terutama terkait persetujuan klien dan pengawas terhadap kualitas material sisa yang dihasilkan. Hal ini membuat kontraktor lebih

Tandjung : Identifikasi Faktor Kritis Kesuksesan Construction Waste Management Pada Proyek Di Surabaya

fokus pada penerapan *reduce* dan *disposal* dalam manajemen *waste* mereka. Penelitian yang dilakukan oleh Min et al. (2023) berbeda dengan pendapat responden, karena dalam penelitian tersebut *reduce* dan *reuse* dianggap sebagai komponen penting yang harus dioptimalkan. Penelitian Min et al. (2023) menekankan bahwa *reuse* dapat dimanfaatkan, bahkan dengan material sederhana seperti air bekas, untuk mendukung pengelolaan *waste* secara lebih efektif.

Tabel 2 Hasil jawaban responden mengenai manajemen dan kepemimpinan

No	Faktor	Kritis					Pelaksanaan				
		K1	K2	K3	MK1	MK2	K1	K2	K3	MK1	MK2
1	Kesadaran kontraktor tentang dampak CW	4	5	4	5	5	4	5	3	4	3
2	Manajemen lokasi kontraktor yang efektif dan efisien	4	5	4	5	5	3	5	4	5	4
3	Kontrol material yang memasuki proyek	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4
4	Dukungan dari pimpinan perusahaan terhadap CWM	4	5	4	5	5	4	5	4	4	3
5	Pengawasan yang memadai terhadap kegiatan CWM	5	5	5	5	4	3	5	5	4	4
6	Koordinasi dan komunikasi yang efektif di antara pemangku kepentingan proyek	5	5	4	3	5	2	4	4	3	4
7	Pengalaman kontraktor tentang CWM	5	5	4	5	5	3	4	4	4	4
8	Tindakan kontraktor untuk <i>Reduce</i>	5	5	4	5	4	3	5	4	4	4
9	Tindakan kontraktor untuk <i>Reuse</i>	3	5	4	5	4	3	5	3	3	4
10	Studi terperinci dari pihak kontraktor dan pemahaman yang baik	5	4	5	5	5	3	4	5	5	5
11	Penyediaan divisi khusus untuk menangani CWM	5	5	4	5	4	3	5	3	3	4
12	Upaya mencegah kesalahan tak terduga di lokasi	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5
13	Memantau dan mengaudit sistem CWM secara berkala	5	5	4	4	5	3	4	3	3	4
14	Mencari dan mendapatkan dukungan dari klien	3	4	5	2	5	3	4	4	2	4

Terdapat dua pandangan terkait peran klien dalam penerapan CWM. Pendapat pertama menganggap klien berperan penting dalam mendukung keberhasilan CWM melalui dukungan moral dan finansial, yang memungkinkan kontraktor menjalankan pengelolaan *waste* dengan lebih efektif. Sebaliknya, pendapat kedua menilai bahwa klien sering kali bersikap acuh terhadap *waste* dan hanya fokus pada anggaran serta waktu proyek, sehingga kontraktor harus bertanggung jawab penuh tanpa keterlibatan klien. Di luar negeri, seperti di UK, regulasi yang ketat dan kesadaran tinggi terhadap *waste* mendukung keterlibatan klien dalam CWM (Ghaffar et al., 2020), berbeda dengan Indonesia yang regulasinya masih bersifat umum seperti UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Hal ini menyebabkan tantangan tambahan bagi kontraktor di Indonesia dalam menerapkan CWM tanpa dukungan signifikan dari klien.

4.2.2. Faktor Tenaga Kerja

Faktor tenaga kerja dianggap kritis oleh responden karena pekerja merupakan garda terdepan dalam pelaksanaan *CWM*. Pengetahuan dan pengalaman pekerja sangat berperan dalam keberhasilan penerapan *CWM*. Meskipun faktor ini dinilai penting, pelaksanaannya masih kurang optimal akibat kurangnya kesiapan pekerja dalam memahami pentingnya pengelolaan *waste*. Hal ini menunjukkan perlunya perhatian lebih pada peningkatan kesadaran dan kemampuan tenaga kerja terkait *CWM*. Hasil keseluruhan mengenai tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil jawaban responden mengenai tenaga kerja

No	Faktor	Kritis					Pelaksanaan				
		K1	K2	K3	MK1	MK2	K1	K2	K3	MK1	MK2
15	Pelatihan dan pendidikan para insinyur dan tukang tentang <i>CWM</i> dan efektivitasnya	5	4	4	4	5	2	4	3	4	5
16	Tukang ditugaskan secara khusus untuk meminimalkan <i>waste</i>	5	4	4	5	5	2	2	3	4	5
17	Tukang terampil dalam pengerjaan	5	5	5	5	4	2	5	4	4	4
18	Kekompakan dari tukang	5	4	5	5	4	2	4	4	4	4
19	Keterlibatan semua pemangku kepentingan dalam <i>CWM</i>	5	5	5	5	4	2	5	4	4	4

Pelatihan kepada insinyur dan tukang diperlukan untuk meningkatkan pengetahuan mengenai *CWM* dan mengenalkan prinsip *waste hierarchy* kepada pekerja. Pelatihan ini membantu pekerja menjalankan *CWM* sesuai prinsip dasarnya. Namun, responden mengungkapkan kendala utama terletak pada sistem kontrak tukang yang tidak terikat langsung dengan kontraktor, sehingga pelatihan sering dianggap bukan tanggung jawab kontraktor. Selain itu, kontraktor juga merasa sulit mengendalikan tukang secara penuh karena mereka bekerja di bawah manajemen mandor, bukan langsung di bawah manajemen kontraktor. Akibatnya, pengalaman dan pengawasan tukang terhadap *waste* sering kali tidak dapat dioptimalkan. Hal ini didukung oleh penelitian Min et al. (2023) yang menyatakan bahwa pelatihan dan penugasan merupakan elemen penting dalam keberhasilan *CWM*, karena efektivitasnya dalam meningkatkan kesadaran dan kemampuan pekerja untuk menjalankan *CWM* dengan lebih baik.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan peran manajemen dalam mengatur mandor agar dapat mengarahkan tukang untuk menjalankan *CWM* sesuai dengan kebijakan kontraktor. Insinyur kontraktor juga perlu mengawasi sistem manajemen mandor guna memastikan pelaksanaan *CWM* berjalan dengan baik. Sifat acuh para tukang menjadi kendala utama yang menghambat keberhasilan *CWM*. Untuk mengatasi kendala tersebut, kontraktor dapat memanfaatkan teknologi informasi, seperti *artificial intelligence*, untuk membantu merencanakan penggunaan material secara efisien dan mengurangi *waste*. Rencana tersebut kemudian dapat diterapkan oleh mandor dalam mengarahkan para pekerja untuk menekan jumlah *waste* dalam proyek.

4.2.3. Faktor Kebijakan dan Strategi

Tandjung : Identifikasi Faktor Kritis Kesuksesan Construction Waste Management Pada Proyek Di Surabaya

Faktor kebijakan dan strategi kontraktor dianggap kritis oleh responden dalam keberhasilan *CWM*. Faktor ini mencakup kebijakan yang diterapkan kontraktor serta strategi yang digunakan untuk menjalankan *CWM*. Responden menilai bahwa kebijakan dan strategi ini penting karena mampu membangun budaya peduli terhadap pengelolaan *waste* dalam perusahaan. Namun, kendala utamanya terletak pada kurangnya pengetahuan kontraktor dan regulasi pemerintah yang kurang mengikat, sehingga banyak kontraktor cenderung meremehkan kebijakan terkait *CWM*. Hasil keseluruhan mengenai kebijakan dan strategi dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Hasil menunjukkan kebijakan beserta strategi yang dapat diterapkan

No	Faktor	Kritis					Pelaksanaan				
		K1	K2	K3	MK1	MK2	K1	K2	K3	MK1	MK2
20	Menetapkan kebijakan ketat tentang <i>CWM</i> di dalam perusahaan (termasuk sistem <i>CWM</i> , kriteria kualitas dan keamanan bahan yang dapat digunakan kembali, dll.)	5	5	5	5	5	3	5	2	4	4
21	Memaksimalkan pengurangan material di lokasi konstruksi	5	4	4	5	4	2	5	3	4	4
22	Memaksimalkan penggunaan kembali material di lokasi konstruksi	5	4	4	4	5	2	4	3	3	4
23	Menetapkan perencanaan pengelolaan waste yang tepat pada tahap awal setiap konstruksi (Termasuk metode untuk menangani bahan yang dapat digunakan kembali)	5	5	4	5	5	2	5	2	4	4
24	Membuat dokumen kontrak yang dapat mencakup target WM dan tanggung jawab sub-kontraktor tentang mengurangi waste dan meningkatkan waste yang dapat digunakan kembali (yaitu, menetapkan kriteria)	5	5	4	4	5	2	5	2	4	5
25	Memberi penghargaan dan insentif finansial untuk efektivitas pengurangan dan penggunaan kembali waste	5	4	4	4	5	3	2	2	4	5
26	Memiliki skor penilaian waste	5	4	4	4	4	2	4	2	3	4

Strategi yang tepat juga diperlukan oleh kontraktor untuk mendukung pelaksanaan *construction waste management (CWM)*. Strategi yang baik dapat memaksimalkan penerapan *waste hierarchy*, terutama pada prinsip *reduce* dan *reuse*. Salah satu strategi efektif adalah melakukan perencanaan awal terkait pengolahan *waste* yang sesuai dengan karakteristik proyek, mengingat setiap proyek memiliki keunikan tersendiri sehingga metode yang sama sulit diterapkan di semua proyek. Selain itu, kontraktor dapat mengikat tanggung jawab sub-kontraktor dengan menetapkan dokumen kontrak yang secara jelas mewajibkan penerapan *CWM*, sehingga sub-kontraktor dapat melaksanakan pengelolaan *waste* dengan optimal.

4.2.4. Faktor Material

Faktor ini dianggap oleh para responden sebagai faktor penting dalam menyukseskan *CWM*. Faktor ini meliputi penanganan material dan jenis material yang digunakan oleh kontraktor dalam proyek. Dalam faktor ini beberapa kendala dapat ditemui oleh kontraktor baik secara kepentingan maupun pelaksanaannya. Kendala tersebut meliputi kesiapan dari kontraktor dan pengetahuan dari pihak luar seperti pengawas dan klien yang kurang tahu dan peduli sehingga kontraktor tidak bisa menangani material sesuai dengan *waste hierarchy*. Hasil mengenai penanganan material dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Hasil mengenai penanganan material

No	Faktor	Kritis					Pelaksanaan				
		K1	K2	K3	MK1	MK2	K1	K2	K3	MK1	MK2
27	Memiliki area pusat untuk pemotongan dan penyimpanan	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5
28	Perlindungan yang memadai untuk transportasi material dan penanganan material	5	4	5	5	5	3	4	5	4	5
29	Perlindungan yang memadai bahan material selama penyimpanan sesuai dengan kategori material	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5
30	Mencegah kesalahan pemesanan, dengan memerhatikan ukuran serta jumlah material yang dibutuhkan untuk menghindari kelebihan pesanan	5	4	5	5	5	2	5	5	5	5
31	Melakukan Recycle pada material konstruksi (misalnya dengan menghancurkan beton bekas untuk digunakan sebagai agregat untuk beton baru)	4	5	4	3	2	1	5	1	2	2
32	Penggunaan bahan yang berkualitas dan tahan lama	3	5	5	5	5	1	5	4	4	5
33	Mengadopsi sistem Just in Time delivery (JIT)	5	4	5	5	4	1	2	1	5	4
34	Mengurangi penggunaan material yang fragile	3	4	4	4	3	1	4	3	3	3
35	Keamanan yang kuat di lokasi proyek (yaitu, mencegah hilangnya material)	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5

Beberapa faktor yang dianggap mendukung keberhasilan *CWM* adalah faktor-faktor yang sepenuhnya dapat dikendalikan oleh kontraktor tanpa melibatkan pihak lain. Contohnya adalah penyediaan area pemotongan dan penyimpanan material, yang dapat dilakukan selama manajemen *site layout* dikelola dengan baik. Selain itu, perencanaan kuantitas material, perlindungan bahan, dan keamanan proyek juga merupakan langkah penting yang dapat dilakukan kontraktor untuk mencegah *waste*. Dengan memaksimalkan pelaksanaan faktor-faktor ini, kontraktor dapat meningkatkan keberhasilan penerapan *CWM* dalam proyek yang dijalankan. Hasil didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Min et al. (2023) serta Ling dan Nguyen (2013) yang setuju bahwa penyediaan area khusus serta penanganan material yang baik diperlukan untuk menyukseskan *CWM*.

Faktor yang melibatkan pihak lain, seperti kualitas bahan, jenis bahan, dan penerapan *waste hierarchy* seperti *recycle*, memiliki tantangan tersendiri. Kualitas bahan dianggap penting oleh responden, tetapi kontraktor sering kali tidak memiliki wewenang untuk mengganti kualitas material dengan alasan *CWM*. Hal serupa terjadi pada pengurangan jenis material *fragile*, di mana kontraktor juga tidak memiliki kendali penuh terhadap keputusan tersebut. Sementara itu, *recycle* dianggap kurang penting oleh kontraktor karena material yang dapat di *recycle* dalam industri konstruksi sangat terbatas, dan penggunaannya sering memerlukan persetujuan dari pihak pengawas struktur terkait kualitas yang dihasilkan.

Penerapan *just in time* menjadi perhatian penting dalam *CWM* karena dianggap mampu mendukung keberhasilannya. Konsep JIT dapat mengurangi risiko kerusakan material selama penyimpanan melalui penerapan *zero inventory*. Namun, pelaksanaannya dinilai kurang baik oleh responden akibat kesulitan dalam mewujudkan konsep tersebut, terutama karena tantangan operasional dan ketergantungan pada ketepatan pengiriman material.

4.2.5. Faktor Peralatan

Faktor teknologi dan peralatan dinilai penting oleh responden dalam mendukung keberhasilan *CWM*. Faktor ini mencakup penggunaan teknologi terkait dan peralatan yang memadai dalam proyek yang dikelola oleh kontraktor. Secara umum, pelaksanaannya menunjukkan kecenderungan baik, menandakan bahwa banyak kontraktor mulai memperhatikan penggunaan teknologi dan kelayakan peralatan untuk mendukung implementasi *CWM* secara lebih efektif. Hasil mengenai peralatan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Penggunaan *building information modelling (BIM)* menjadi perhatian penting dalam mendukung *CWM*, meskipun pelaksanaannya masih dinilai kurang optimal dibandingkan faktor lainnya. Kendala utamanya adalah kurangnya pengetahuan kontraktor tentang *BIM* dan tidak adanya kewajiban untuk menggunakannya dalam banyak proyek, sehingga kontraktor belum mampu memanfaatkan teknologi ini secara maksimal. Untuk meningkatkan penerapan *BIM*, regulasi konstruksi perlu memasukkan elemen wajib penggunaan *BIM* agar kontraktor menyadari pentingnya teknologi ini dan terdorong untuk mempelajari serta mengaplikasikannya dengan baik. Hal ini didukung dengan pendapat Ganiyu et al. (2020) yang mengatakan bahwa *BIM* dapat dimanfaatkan dengan baik dikarenakan adanya regulasi dari pemerintah UK untuk menggunakan *BIM* dalam proyek pembangunan konstruksi publik.

Selain *BIM*, penggunaan teknologi informasi dianggap penting oleh responden dalam mendukung keberhasilan *CWM*. Teknologi dapat membantu kontraktor dalam mengontrol waste serta meningkatkan akurasi estimasi kebutuhan material, sehingga meminimalkan potensi kelebihan material. Responden beranggapan bahwa kontraktor dapat fokus pada teknologi seperti *Autodesk* dan *Revit* dianggap lebih realistis daripada *BIM*, yang saat ini belum siap dimanfaatkan secara optimal di Indonesia. Pendapat ini sejalan dengan penelitian Elizar et al. (2015) yang menekankan pentingnya teknologi internet dan sistem informasi dalam menekan waste. Dengan perencanaan dan estimasi yang baik melalui teknologi informasi berbasis internet, kontraktor dapat mengurangi risiko waste secara signifikan.

Tabel 6 Hasil jawaban responden mengenai peralatan

No	Faktor	Kritis					Pelaksanaan				
		K1	K2	K3	MK1	MK2	K1	K2	K3	MK1	MK2
36	Menggunakan dan terbiasa dengan penerapan BIM	3	4	5	5	3	1	4	5	3	3
37	Menggunakan dan akrab dengan teknologi informasi lainnya yang bisa diterapkan di konstruksi seperti IoT, Drone, Microsoft, dsb	4	4	5	5	5	3	4	5	4	5
38	Ketersediaan dan kualitas Peralatan (alat, mesin, dan kendaraan)	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5
39	Menggunakan dan terbiasa dengan Peralatan	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5
40	Menggunakan perancah logam dan bekisting (misalnya, menyewanya dari pemasok profesional)	4	5	4	5	4	4	5	2	5	4

4.2.6. Faktor Metode Konstruksi

Metode pelaksanaan konstruksi yang diterapkan oleh kontraktor juga dianggap sebagai faktor penting dalam menyukkseskan *CWM*. Faktor ini meliputi mengenai pelaksanaan dari metode konstruksi yang digunakan oleh kontraktor dan metode penanganan yang digunakan oleh kontraktor dalam *CWM*. Beberapa kendala yang dihadapi dalam faktor ini adalah mengenai sistem manajemen yang harus dimiliki kontraktor dengan baik dan bagian desain yang dirasa kontraktor bukan sebagai wewenang yang dimiliki oleh kontraktor. Hasil mengenai metode konstruksi dapat dilihat pada Tabel 7.

Beberapa hal yang perlu diantisipasi oleh kontraktor pada faktor ini adalah permasalahan seperti manajemen *site* yang dirasa oleh para responden diperlukan guna menyiapkan tempat khusus untuk menyimpan dan mengolah *waste* dalam proyek mereka. Semakin mudah akses untuk tempat *waste*, semakin besar kemungkinan untuk menyukkseskan *construction waste management*. Namun kendala utama dari pelaksanaan tersebut berada pada manajemen lokasi yang dirasa responden tidak memungkinkan untuk menyediakan tempat khusus tersebut. Sehingga kontraktor pada faktor ini juga perlu memperbaiki sistem manajemen mereka terlebih dahulu terutama mengenai *site layout*.

Selanjutnya adalah mengenai penggunaan metode *pre-fabrikasi* yang dirasa oleh para responden masih tergolong penting, tetapi pelaksanaannya kurang baik. Kendala dari pelaksanaan *pre-fabrikasi* berada dari ruang lingkup kontraktor yang merasa bahwa mereka tidak memiliki wewenang dalam penentuan desain selama proyek sudah berjalan. Peran desainer bangunan diperlukan agar dapat memaksimalkan penggunaan metode *pre-fabrikasi* bila memungkinkan. Dengan adanya *pre-fabrikasi* dapat membantu kontraktor menekan jumlah penghasilan dari *waste* selama proyek berlangsung.

Tabel 7 Hasil mengenai metode konstruksi dan pelaksanaan metode CWM

No	Faktor	Kritis					Pelaksanaan				
		K1	K2	K3	MK1	MK2	K1	K2	K3	MK1	MK2
41	Site dibersihkan untuk pergerakan material	5	5	4	5	5	2	5	5	4	5
42	Siapkan tempat waste yang dipisahkan berdasarkan jenisnya serta memberi papan pemberitahuan mengenai masing-masing waste	5	5	5	5	5	2	4	4	4	5
43	Menyiapkan perencanaan mengenai penggunaan material, serta lebih memerhatikan metode pengerjaan yang digunakan	4	4	5	5	5	3	4	4	5	5
44	Penggunaan perencanaan CWM yang disesuaikan dengan kondisi proyek	4	5	4	5	5	3	5	4	5	5
45	Simpan waste di area yang mudah dijangkau	4	5	4	5	5	3	5	3	4	5
46	Menyediakan tempat waste di setiap area konstruksi	4	5	4	2	5	3	4	3	2	5
47	Mengadopsi elemen struktural pre-fabrikasi	4	4	4	5	3	3	4	2	4	3
48	Mengadopsi komponen pra rakitan seperti pod kamar mandi & dapur	4	4	4	4	4	3	4	2	4	4
49	Minimalkan pemborosan dari proses aplikasi seperti pengecatan, mortar, aci, dsb	5	5	4	5	4	3	4	3	4	4
50	Minimalkan pengerjaan ulang di lokasi konstruksi	5	5	4	5	5	2	4	4	4	5

4.2.7. Faktor Dokumentasi

Faktor terakhir adalah faktor dokumentasi yang menurut para responden juga dianggap sebagai faktor penting yang dapat menyukkseskan CWM. Faktor ini meliputi kesiapan kontraktor dengan dokumentasi, teori jurnal, dan sertifikasi. Pada faktor ini, dirasa oleh para responden tingkat pelaksanaannya cukup baik walaupun masih memiliki beberapa kendala yang berhubungan dengan landasan teori. Kesiapan kontraktor dalam menghadapi perkembangan dari CWM dirasa diperlukan dalam menyukkseskan penerapan yang mereka lakukan, hal ini dikarenakan kondisi di Surabaya sendiri yang tidak sesuai dengan jurnal-jurnal terutama jurnal yang menganalisis kondisi di luar negeri. Oleh karena itu perkembangan teknologi dan metode perlu dilakukan agar kontraktor di Surabaya bisa mengikuti perkembangan yang berada pada jurnal teori. Hasil dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8 Hasil mengenai dokumentasi

No	Faktor	Kritis					Pelaksanaan				
		K1	K2	K3	MK1	MK2	K1	K2	K3	MK1	MK2
51	Minimalisasi <i>change order</i>	5	5	4	5	4	2	4	4	4	4
52	Minimalisasikan perubahan desain selama konstruksi	5	5	5	5	4	2	5	4	4	4
53	Mencegah kesalahan detail pada <i>shop drawing</i>	5	5	5	5	5	3	5	4	5	5
54	Memiliki sertifikasi mutu profesional (misalnya, <i>ISO</i> , <i>GREEN</i> , dll.)	5	5	5	3	5	5	5	4	4	5
55	Melakukan dokumentasi <i>CWM</i> dan selalu mempelajari perkembangan <i>CWM</i> di jurnal	3	5	4	3	5	1	4	2	2	5

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5. 1. Tingkat Kritis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir seluruh faktor yang menyukseskan penerapan *construction waste management (CWM)* dianggap kritis oleh responden. Faktor yang perlu mendapat perhatian lebih adalah tenaga kerja, kebijakan, dan strategi. Tenaga kerja dinilai penting karena keberhasilan *CWM* membutuhkan kompetensi serta pengetahuan yang memadai terkait pengelolaan *waste*. Kebijakan dan strategi juga dianggap krusial karena diperlukan budaya dalam kontraktor yang peduli terhadap *waste management*, yang dapat dibangun melalui kebijakan dan pembiasaan penerapan *CWM* di setiap proyek. Di sisi lain, faktor yang dianggap kurang kritis adalah yang berada di luar kendali kontraktor secara penuh, seperti penggunaan jenis material tertentu dan tindakan *recycle*. Faktor ini dipengaruhi oleh regulasi, pengetahuan terbatas, serta target kualitas dari klien atau pengawas, sehingga dampaknya terhadap keberhasilan *CWM* dinilai tidak signifikan. Selain itu, tantangan dalam pelaksanaannya membuat faktor-faktor ini kurang diprioritaskan oleh kontraktor.

5. 2. Tingkat Pelaksanaan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pelaksanaan *CWM* cenderung bervariasi dari "kadang dilaksanakan" hingga "sering dilaksanakan", yang mengindikasikan masih adanya tantangan yang perlu diatasi. Kendala utama terletak pada aspek teknologi, sumber daya, dan regulasi yang belum mendukung secara optimal, sehingga pelaksanaan masih terbelang kurang baik. Untuk meningkatkan tingkat pelaksanaan, kontraktor perlu mempersiapkan diri dengan lebih baik. Beberapa faktor dengan tingkat kekritisannya tinggi namun pelaksanaan rendah memerlukan perhatian khusus, seperti penerapan *just in time* dan penggunaan teori dari jurnal mengenai *CWM*. Faktor-faktor ini secara teori dianggap penting, tetapi sulit diadaptasi dalam praktik akibat keterbatasan teknologi dan kesenjangan antara konsep teori dan implementasi lapangan. Tantangan ini mendorong kontraktor untuk meningkatkan kualitas dan strategi dalam pengelolaan *waste* guna memastikan keberhasilan penerapan *CWM*. Meskipun pada penelitian ini telah memberikan gambaran mengenai faktor kritis dan

tingkat pelaksanaan CWM, terdapat keterbatasan yang perlu diperhatikan yaitu jumlah responden.

5.3. Saran

Hasil penelitian ini memberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya. Mengingat terdapat keterbatasan dalam penelitian ini, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat meningkatkan jumlah responden dapat dilakukan agar analisis statistik lebih akurat dalam mewakili kondisi CWM di Surabaya secara keseluruhan. Ruang lingkup penelitian dapat diperluas dengan mempertimbangkan jenis proyek yang ditangani responden untuk melihat faktor-faktor spesifik dalam CWM. Eksplorasi lebih lanjut mengenai faktor kesuksesan dan tingkat pelaksanaan CWM dengan mempertimbangkan *non-physical waste* juga dapat menjadi fokus penelitian berikutnya. Melibatkan desainer atau arsitek sebagai responden dapat memberikan perspektif berbeda dalam manajemen *waste*. Melihat faktor yang perlu diperhatikan, penelitian selanjutnya dapat lebih berfokus pada pembahasan mengenai regulasi, perkembangan teknologi, serta kesiapan sumber daya manusia dalam menghadapi tantangan CWM di Surabaya.

6. DAFTAR REFERENSI

- Aibar-Guzmán, B., Monteiro, S., David, F., & Somohano-Rodríguez, F. M. (2023). The waste hierarchy at the business level: An international outlook. *Mathematics*, 11(22).
<https://doi.org/10.3390/math11224574>
- Ajayi, S. O., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Bilal, M., Alaka, H. A., & Owolabi, H. A. (2017). Optimising material procurement for construction waste minimization: An exploration of success factors. *Sustainable Materials and Technologies*, 11, 38–46.
<https://doi.org/10.1016/j.susmat.2017.01.001>
- Ajayi, S. O., Oyedele, L. O., Bilal, M., Akinade, O. O., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., & Kadiri, K. O. (2015). Waste effectiveness of the construction industry: Understanding the impediments and requisites for improvements. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 101–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.06.001>
- Andersson, R., & Buser, M. (2022). From waste to resource management? Construction and demolition waste management through the lens of institutional work. *Construction Management and Economics*, 40(6), 477–496.
<https://doi.org/10.1080/01446193.2022.2081989>
- Bakshan, A., Srour, I., Chehab, G., El-Fadel, M., & Karaziwan, J. (2017). Behavioral determinants towards enhancing construction waste management: A bayesian network analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 274–284.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.006>
- Bao, Z., & Lu, W. (2020). Developing efficient circularity for construction and demolition waste management in fast emerging economies: Lessons learned from Shenzhen, China. *Science of The Total Environment*, 724, 138264.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138264>
- Daoud, A. O., Othman, A. A. E., Ebohon, O. J., & Bayyati, A. (2021). Analysis of factors affecting construction and demolition waste reduction in Egypt. *International Journal of Construction Management*, 23(8), 1395–1404.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1974682>

- Elizar, Suripin, & Wibowo, M. A. (2017). Model of construction waste management using AMOS-SEM for Indonesian infrastructure projects. *MATEC Web of Conferences*, 138. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201713805005>
- Elizar, Wibowo, M. A., & Koestalam, P. (2015). Identification and analyze of influence level on waste construction management of performance. *Procedia Engineering*, 125, 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.008>
- Ganiyu, S. A., Oyedele, L. O., Akinade, O., Owolabi, H., Akanbi, L., & Gbadamosi, A. (2020). BIM competencies for delivering waste-efficient building projects in a circular economy. *Developments in the Built Environment*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100036>
- Ghaffar, S. H., Burman, M., & Braimah, N. (2020). Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery. *Journal of Cleaner Production*, 244. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118710>
- Hampson, K. D., Sanchez, A., Kraatz, J. A., & Sanchez, A. X. (2014). *The global construction industry and R&D*. <https://www.researchgate.net/publication/316675783>
- Hirota, E. (1999). Method for waste control in the building industry. *7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 325–334. <https://www.researchgate.net/publication/228646326>
- Ismaeel, W. S. E., & Kassim, N. (2023). An environmental management plan for construction waste management. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(12). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102244>
- Ismam J, N., Ismail, Z., & Alam, S. (2014). Sustainable construction waste management strategic implementation model. *Research Gate*, 10, 48–59. https://www.researchgate.net/publication/287385217_Sustainable_construction_waste_management_strategic_implementation_model
- Jamaludin, A. H., Karim, N. A., Noor, R. N. H. R. M., Othman, N., & Malik, S. A. (2017). Preliminary study on enhancing waste management best practice model in Malaysia construction industry. *AIP Conference Proceedings*, 1875. <https://doi.org/10.1063/1.4998379>
- Jang, Y.-C., & Townsend, T. (2001). Sulfate leaching from recovered construction and demolition debris fines. In *Advances in Environmental Research* (Vol. 5).
- Lazarevic, D., Buclet, N., & Brandt, N. (2010). *The influence of the waste hierarchy in shaping european waste management: The case of plastic waste*. <http://www.diva-portal.org>
- Ling, F. Y. Y., & Nguyen, D. S. A. (2013). Strategies for construction waste management in Ho Chi Minh city, Vietnam. *Built Environment Project and Asset Management*, 3(1), 141–156. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-08-2012-0045>
- Lu, W., Shen, L., & Yam, M. C. H. (2008). *Critical success factors for competitiveness of contractors: China study*. <https://doi.org/10.1061/ASCE0733-93642008134:12972>
- Lu, W., & Yuan, H. (2010). Exploring critical success factors for waste management in construction projects of China. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(2), 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.09.010>

- Min, V., Panuwatwanich, K., & Matsumoto, K. (2023, May 8). Contractor's controlling factors contributing to effective construction waste management in building construction. *The Thirteenth International Conference on Construction in the 21st Century*.
https://www.researchgate.net/publication/378480148_Contractor%27s_Controlling_Factors_Contributing_to_Effective_Construction_Waste_Management_in_Building_Construction
- Nagapan, S., Abdul Rahman, I., & Asmi, A. (2012). Factors contributing to physical and non-physical waste generation in construction industry. *International Journal of Advances in Applied Sciences*, 1(1). <https://doi.org/10.11591/ijaas.v1i1.476>
- Napier, T. (2016). *Construction waste management*. U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center / Construction Engineering Research Laboratory.
<https://www.wbdg.org/resources/construction-waste-management>
- Newaz, M. T., Davis, P., Sher, W., & Simon, L. (2022). Factors affecting construction waste management streams in Australia. *International Journal of Construction Management*, 22(13), 2625–2633. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1815122>
- Price, J. L., & Joseph, J. B. (2000). A basis for waste policy: A critical review of the applicability of the waste hierarchy in terms of achieving sustainable waste management. In *Sustainable Development Sust. Dev* (Vol. 8).
- Saptarini, D. W., & Andi. (2003). *Faktor resiko yang kritis pada proyek water supply dan power plant dengan pola BOT di Indonesia* [Tesis, Universitas Kristen Petra].
<https://dewey.petra.ac.id/digital/view/1422>
- Shen, Q., & Liu, G. (2003). Critical success factors for value management studies in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129, 485–491.
<https://doi.org/10.1061/ASCE0733-93642003129:5485>
- Su, X., Andoh, A. R., Cai, H., Pan, J., Kandil, A., & Said, H. M. (2012). GIS-based dynamic construction site material layout evaluation for building renovation projects. *Automation in Construction*, 27, 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.04.007>
- Udawatta, N., Zuo, J., Chiveralls, K., & Zillante, G. (2015). Improving waste management in construction projects: An Australian study. *Resources, Conservation and Recycling*, 101, 73–83. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.003>
- Wu, Z., Yu, A. T. W., & Shen, L. (2017). Investigating the determinants of contractor's construction and demolition waste management behavior in mainland China. *Elsevier*, 60, 290–300. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.09.001>
- Wu, Z., Yu, A. T. W., Shen, L., & Liu, G. (2014). Quantifying construction and demolition waste: An analytical review. *Elsevier*, 34(9), 1683–1692.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.05.010>
- Yahya, K., & Boussabaine, A. H. (2006). Eco-costing of construction waste. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 17(1), 6–19.
<https://doi.org/10.1108/14777830610639404>